

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ

Владимиров А.А.^{1*}, Заяц С.В.²

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: vladimirov.uncharted@gmail.com

FUNCTIONAL-GRADIENT MATERIALS OBTAINED BY A MAGNETIC IMPULSE METHOD

Vladimirov A.A.^{1*}, Zayats S.V.²

¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²⁾ Institute of Electrophysics, Urals Division of Russian Academy of sciences, Yekaterinburg, Russia

In the present work by using the method of magnetic pulsed compaction received compacts of aluminum, copper and FGM based on them. The voltage on the pulse current generator was in the range of 1,2-2,0 kV. The densities of the samples at room temperature amounted: 2,67 g/cm³ – Al, 7,2 g/cm³ – Cu, 5,94 g/cm³ and 6,09 g/cm³ – FGM.

Функционально-градиентные материалы (ФГМ) представляют собой материалы, свойства которых изменяются по объему. ФГМ обладают комбинацией свойств, которые отличаются от свойств исходных элементов структуры, и позволяют адаптировать материал для условий применения. Типы ФГМ разделяются по градиенту: фазового состава, пористости и гранулометрического состава. Это можно использовать для различных применений в промышленности [1].

Ранее в Институте электрофизики были получены металломатричные композиты на основе окисленных нанопорошков алюминия и меди с помощью горячего магнитно-импульсного прессования (МИП) [2]. При совместном прессовании таких порошков были получены многослойные материалы. Образцы прессовались при неизменных давлении и температуре, поэтому следует изучить процесс уплотнения таких структур в разных условиях.

Цель данной работы состояла в исследовании влияния импульсного давления на свойства ФГМ на основе Al и Cu. В качестве исходных порошков использовались нанопорошки Cu и Al, полученные методом электрического взрыва. Частицы порошка представляли собой сферы с металлическим ядром, покрытым оксидом соответствующего металла. Диаметр частиц составлял 100-150 нм. Предварительно было проведено МИП каждого порошка в отдельности, чтобы определить степень уплотняемости порошка.

Навески порошков были выбраны так, чтобы при максимальной плотности образца слой алюминия был 1 мм, а меди 3 мм и составили: 0,13 г и 1,1 г, соответственно. Порошки послойно засыпались в пресс-форму диаметром 8 мм.

Дегазация и прессование проводились при комнатной температуре в вакууме с остаточным давлением ~ 10 Па. Изменение давления прессования проводилось варьированием зарядного напряжения емкостного накопителя. В данной работе напряжение составляло 1,2-2,0 кВ с шагом 0,2 кВ. Максимальное давление прессования составляло $\sim 1,5$ ГПа.

В результате обнаружено, что при напряжении до 1,8 кВ слои различных материалов не обладают достаточной связью, и образец разваливается на два слоя, которые сохраняют свою форму и не разрушаются. При более высоких давлениях наблюдается устойчивое сохранение формы ФГМ. Уплотнение композита происходило до абсолютных плотностей от $5,94 \text{ г/см}^3$ до $6,09 \text{ г/см}^3$.

1. А.А. Качаев, М.Л. Ваганова, Д.В. Гращенков, Ю.Е. Лебедева, Керамические функционально-градиентные материалы (обзор), Перспективные материалы 2016 №9 (2016).
2. С.В. Заяц, В.В. Иванов, С.-К. Rhee и др., Получение наноструктурных компактов меди и алюминия магнитно-импульсным прессованием порошков, Проблемы нанокристаллических материалов (Сб. научных трудов), 528-536 (2002).